

PAT-NO: JP359081532A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 59081532 A

TITLE: ABNORMALITY DIAGNOSING
DEVICE FOR DIAPHRAGM COUPLING OF
SHAFT SYSTEM

PUBN-DATE: May 11, 1984

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HARAGUCHI, MOTONARI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HITACHI LTD

N/A

APPL-NO: JP57191916

APPL-DATE: November 2, 1982

INT-CL (IPC): G01M019/00, F01D025/00 , G01B021/16

US-CL-CURRENT: 33/501

ABSTRACT:

PURPOSE: To diagnose abnormality of the
diaphragm of a diaphragm coupling

Best Available Copy

accurately, and to control the operation condition of respective equipments of a shaft system and improve the safety of the shaft system, by providing a detecting means at a gap part formed between the diaphragm and the coupling.

CONSTITUTION: The detecting means 103 which detects the amount of variation due to the displacement of the diaphragm 14 is provided at the gap part 32 between the diaphragm 14 of the diaphragm coupling 102 and a coupling base 11. The detecting means 103 consists of a displacement gauge 21 which measures the relative axial displacement between the diaphragm 14 and coupling boss 11 and a transmitter 22. A displacement signal is inputted to a comparative judging means 105 through an arithmetic means 104, and compared with a predetermined value; and an operation control means 106 performs operation control, such as a load decrease, rotating speed decrease, and turbine tripping, over respective equipments. The amount of variation at the gap part 32 is detected directly, so the resonance state of the diaphragm 14 is detected accurately and speedily.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—81532

⑮ Int. Cl.³
G 01 M 19/00
F 01 D 25/00
G 01 B 21/16

識別記号

庁内整理番号
6611—2G
6827—3G
7119—2F

⑯ 公開 昭和59年(1984)5月11日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑰ 軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置

日立市幸町3丁目1番1号株式会社日立製作所日立工場内

⑱ 出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5番1号

⑲ 特 願 昭57—191916

⑳ 出 願 昭57(1982)11月2日

㉑ 発 明 者 原口元成

㉒ 代 理 人 弁理士 秋本正実

明 細 書

発明の名称 軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置

特許請求の範囲

1. 各種機器を有する軸系のカップリング間に跨設され、上記カップリング側面と微小空間を形成する間隙部を距てて相対向するダイヤフラムを有する軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置において、上記ダイヤフラムの変位により、上記間隙部に生ずる変化値を検出する検出手段と、上記変化値と予め設定された設定値とを比較、判断する比較および判断手段と、上記変化値を上記比較および判断手段に係合するための演算手段と、上記比較および判断手段による結果に基づき上記軸系の各軸機器の運転条件を制御する運転制御手段を備えたことを特徴とする軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置。

2. 上記変化値が、上記カップリング側面とダイヤフラムとの間の相対軸方向変位であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の軸系にお

るダイヤフラムカップリングの異常診断装置。

3. 上記変化値が、上記間隙部内の圧力変動値であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置。

4. 上記変化値が、上記間隙部に生ずる圧力変動値を音の変動値に変換させたものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置。

5. 上記変化値が、上記間隙部に生ずる温度変化値であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置。

6. 上記演算手段が、上記検出手段による相対軸方向変位、圧力変動値および音の変動値等の変化値を上記カップリングとダイヤフラムとの間の相対振動振幅に変換すべく演算するものであることを特徴とする特許請求の範囲第2項、第3項および第4項の内いずれか一つの項に記載の軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置。

7. 上記検出手段による相対軸方向変位、圧力変動値および音の変動値等の変化量が、上記軸系のダイヤフラムカップリングの回転数と対応せしめて検出されたものであることを特徴とする特許請求の範囲第2項、第3項および第4項の内いずれか一つの項に記載の軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置。

8. 上記設定値が、上記軸系の異常を警告する警報値又は軸系の安全を保持する許容値であることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置。

9. 上記運転制御手段が、上記軸系の各種機器の負荷ダウン、回転数ダウンおよびタービントリップ等の運転条件制御を行うものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は、軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置に係り、特に、圧縮機、ガス

タービン、発電機および蒸気タービンからなる各種機器を一軸上に配置した複合サイクルプラントの軸間に設けられたダイヤフラムカップリングの異常を診断し、上記各機器の運転条件を制御する軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置に関する。

いる。ダイヤフラムカップリングの上記ダイヤフラムには、運転中、引張、圧縮および曲げ等の種類の応力が作用する。又、ダイヤフラムが運転中共振し、激しく振動する場合が生ずる。この作用力および共振により、ダイヤフラムが破損する結果が生じ、上記ダイヤフラムカップリングが飛散する結果をまねき、極めて危険のものとなる。このため、従来よりこの予防のための異常診断装置が採用されていた。その装置の1つとして、ダイヤフラムに歪ゲージ等の応力測定手段を直接装着するもの、ダイヤフラムカップリングのシャフト部に歪ゲージを装着するもの、ダイヤフラムカップリングが跨設されている軸系のカップリング側の変位を計測するもの等によりダイヤフラムカップリングの振動状態を監視するものが採用されている。しかし、いずれもダイヤフラムの異常を正確かつ直接に判断することが困難であり、特にダイヤフラムの共振状態を判断することが困難である欠点を有していた。

すなわち、第1図に示す如く、複合サイクルプ

ラント100は圧縮機1、ガスタービン2、発電機3および蒸気タービン4を1つの軸101上にラジアル軸受9に支承され直列に配置したもので構成されている。圧縮機1の一端側にはスラスト軸受A7が設けられ、この方向の熱膨脹を規制している。圧縮機1の他端側にはガスタービン2が一端側が連結され、ガスタービン2の他端側にはスラスト軸受B5を介し、発電機3の一端側が連結されている。従つて、圧縮機1、ガスタービン2および発電機3は、スラスト軸受A7を起点として、発電機3の他端側、すなわち、蒸気タービン4の一端側に向つて熱膨脹することになる。

〔従来技術〕

高効率でかつ、ピークロードに対して応答し得る発電プラントとしては、圧縮機、ガスタービン、発電機および蒸気タービンからなる各種機器を一軸上に配置した複合サイクルプラントが有効のものとして従来より採用されている。この複合サイクルプラントの運転時に、上記各機器のケーシングおよびロータ軸等が熱膨脹し、その伸び差により上記機器間が詰り、各機器間の軸部に大きな応力が生ずる。この応力の発生を防止するために、上記機器間に可撓継手が設けられ、この撓みにより上記応力を吸収している。この可撓継手としてダイヤフラムを有するダイヤフラムカップリングが複合サイクルプラント等の軸系には採用されて

ラント100は圧縮機1、ガスタービン2、発電機3および蒸気タービン4を1つの軸101上にラジアル軸受9に支承され直列に配置したもので構成されている。圧縮機1の一端側にはスラスト軸受A7が設けられ、この方向の熱膨脹を規制している。圧縮機1の他端側にはガスタービン2が一端側が連結され、ガスタービン2の他端側にはスラスト軸受B5を介し、発電機3の一端側が連結されている。従つて、圧縮機1、ガスタービン2および発電機3は、スラスト軸受A7を起点として、発電機3の他端側、すなわち、蒸気タービン4の一端側に向つて熱膨脹することになる。

この熱膨脹による伸びは、ガスタービン2が高温のため、冷機状態から定常運転までの間に30mm/mないし45mm/m程度に達する。従つて、発電機3の他端側と蒸気タービン4の一端側との間にこの伸びを吸収する吸収手段および上記伸びの蒸気タービン4側への作用を規制するスラスト軸受C8がなければ上記伸びが直接蒸気タービン4に作用し蒸気タービン4の性能保持の面に極め

て悪影響を与えることになる。この吸収手段として一般にダイヤフラムカップリング6が従来より採用されている。

第2図に示す如く、ダイヤフラムカップリング102は、上記軸受101の発電機3のロータ軸16に嵌挿されるカップリングボス11と、蒸気タービン4のロータ軸10に嵌挿されるカップリングボス11間に跨設される。軸方向に弱いバネ常数を有するダイヤフラム14はスリーブ15の両端側に設けられ、ダイヤフラム14の外周側は、ボルト13を介し、カップリングボス11の側面とカップリングカバ12の側面により挟持されている。又、ダイヤフラム14とカップリングボス11の側面との間には、微小空間である間隙部32が形成されている。

第3図(a)に示す如く、間隔Lに保持されていたダイヤフラムカップリング102は、熱膨脹等によつて生ずる伸び差 Δ を吸収し、第3図(b)に示す如く、ダイヤフラム14は変形し、その軸方向に圧縮され間隔L- Δ に保持される。又、軸心が変

ム14の異常を診断し、軸系の安全性を保持する必要がある。このため、従来においても、各種の異常診断装置が採用されていた。

その1つの装置として、第4図に示す如く、ダイヤフラム14の表面に歪ゲージ17を直接取り付け、この歪量をテレメータ方式等からなる発信器20から発信し、図示しない受信器、演算器等によりその応力を測定するものがある。しかし、ダイヤフラムカップリング102は通常3000rpm以上の高回転で回転するため、ダイヤフラム14には極めて大きな遠心加速度が作用し、ダイヤフラム14の表面に歪ゲージ17を確実に接着保持せしめることが困難である欠点を有していた。又、同じく第4図に示す如く、ダイヤフラムカップリング102のスリーブ15の外周に歪ゲージ18を取り付け、発信器19から歪量の検出値を発信する装置も採用されている。又、第5図に示す如く、ダイヤフラムカップリング102に接合する両側のカップリングボス11のフランジ部に軸心方向の変位量を検出する検出器A41およびB42

位 θ だけ狂つた場合には、第3図(c)に示す如く、間隔Lをほぼ保持しながらダイヤフラム14は振れ変形し、変位 θ を吸収する(なお、明瞭な図示のため、第3図各図には中心線を一点鎖線で示すと共に、断面を示すハッチングは省略した)。又、軸系101では、上記の如く軸方向に大きな伸びが生ずるが、軸心の変位は通常 ± 0.5 位の小さな値である。従つて、ダイヤフラム14は軸方向剛性が極めて小さいものに形成される。

以上の如く、ダイヤフラムカップリング102により、軸系の伸びおよび変位が吸収されるが、上記の如く、ダイヤフラム14には、過大な伸び差 Δ による変位、変位 θ による振れおよび高回転に伴う遠心力等が付加され、複雑な応力が作用する。この応力の作用により、ダイヤフラム14が運転中に破損すると、ダイヤフラムカップリング102が飛散するのみならず、発電機3のロータ軸16および蒸気タービン4のロータ軸10まわりの部品が破損し、これ等が飛散するような計り知れない事故が発生する。このため、ダイヤフラ

を設けると共に、カップリングボス11の上記と反対側のフランジ部に軸方向の変位量を測定する検出器C40を設け、検出器A41およびB42の検出信号を加算器43に入力し、偏心表示器で変位を明示すると共に、検出器C40の検出信号を伸縮表示器45に入力し、軸方向の変位を明示するものが採用されている。この場合運転員は、偏心表示器44および伸縮表示器45の表示と、軸系に設けられた回転速度表示器46および負荷表示器47等の表示を読み取り、自己の判断で軸系を調節する。

第4図および第5図に示す異常診断装置は、ダイヤフラム14の異常を診断する装置としてある程度有効である。しかしながら、上記した如く、ダイヤフラム14の軸方向のバネ常数は極めて低く、軸方向の1次固有振動数は1500rpmないし2000rpmのものとなる。従つて、軸系がその定格回転数3000rpm又は3600rpmの半分で運転すると軸系の回転数が上記ダイヤフラムの固有振動数とほぼ一致する場合が生ずる。一方、軸系は定格回

転の半速附近で一時回転数を保持するため、運転中にダイヤフラム14の共振が生じ、これによりダイヤフラム14が破損する場合が発生する。上記の各装置では、このダイヤフラム14の共振状態を適確に把握することが困難である欠点を有している。

〔発明の目的〕

本発明は、上記の欠点を解決すべく創案されたものであり、その目的は、ダイヤフラムの異常を適確に診断し、この診断結果によつて軸系各機器の運転条件を制御して軸系の安全性を向上し、その信頼性を高めると共に、構造の簡便である軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明は、上記の目的を達成するために、ダイヤフラムカップリングのダイヤフラムと、これに相対向して連結するカップリングとの間に形成される間隙部に検出手段を係合せしめ、該間隙部に生ずる相対軸方向変位、圧力変動、音の変動およ

その変位信号を発信する発信器22から構成される。第7図および第10図に示す如く、検出手段103からの変位信号12演算手段104に輸入され、ここで比較判断手段105に輸入されている設定値と比較するための演算が行われる。この演算値が比較判断手段105に輸入され、予め定められた設定値と比較、判断される。この比較、判断の結果、その信号が運転制御手段106に輸入される。運転制御手段106は、圧縮機1、ガスタービン2、発電機3および蒸気タービン4の運転制御を行う運転制御器28a, 28b, 28cおよび28d等から構成され、上記信号により、これ等の機器の負荷ダウン、回転数ダウン、タービントリップ等の運転制御を行う。

以上の検出手段103は、ダイヤフラム14に近接する間隙部32の変化量を直接検出するため、ダイヤフラム14の上記の共振状態を適確に、かつすばやく検知でき、ダイヤフラム14の異常をすばやく診断することができる。

次に、本実施例を更に詳細に説明する。

び温度変化等の変化値を検出し、この変化値を演算手段を介して、比較判断手段に輸入せしめ、予め定められた設定値と比較、判断し、その結果により、軸系の各種機器の運転条件を運転制御手段によつて制御し、上記ダイヤフラムの共振等の異常を適確に判断し、軸系の安全性、信頼性を向上せしめる軸系におけるダイヤフラムカップリングの異常診断装置を特徴としたものである。

〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例を図に基づき説明する。

まず、本実施例の概要を説明する。

第6図、第8図および第9図に示す如く、ダイヤフラムカップリング102のダイヤフラム14とこれに相対向して接合するカップリングボス11との間に形成される微小空間の間隙部32には、ダイヤフラム14の変位によつて間隙部32に生ずる変化量を検出する検出手段103が設けられている。例えば、第6図における検出手段103は、ダイヤフラム14とカップリングボス11との相対軸方向変位を測定する変位計21と

第6図に示す如く、カップリングボス11が嵌挿されるロータ軸16の上記間隙部32側の端面には検出手段103の構成要素の1つである変位計21がダイヤフラム14に非接触に設けられている。この変位計21はダイヤフラム14に近接して設けられているため、ダイヤフラム14の変位を直接に、かつ正確に把握することができる。勿論、ロータ軸16も軸方向に変位するため、変位計21はダイヤフラム14の相対軸方向変位を測定することになる。ロータ軸16の端面の変位計21の近傍には、テレメータ型の発信器22が設けられ、変位計21による変位信号を外部に発信する。

演算手段104は軸系の外部側に設けられ、第7図に示す如く受信器23、演算器A24および演算器B25等とより構成される。上記変位信号に受信器23に受信され、演算器A24により変位量に変換され、演算器B25によりカップリング14の相対振動振幅値が演算される。

比較、判断手段105は、第7図に示す如く、

軸系の外部側に設けられた比較器26および判断器27とから構成されている。

比較器26と判断器27には、予め定められた設定値が入力されている。この設定値は上記の演算器B25から出力される相対振動振幅値と同種の振動振幅値から成立する。又、設定値は上記軸系の異常を警告するための警報値又は軸系の安全を許容する許容値のいずれかが採用される。

演算器B25からの相対振動振幅値は比較器26により設定値の振幅値と比較され、その結果は判断器27に輸入される。判断器27は、相対振動振幅値が上記の警報値又は許容値を越える場合に、運転制御手段106に信号を送る。

運転制御手段106の運転制御器28aは、第10図に示す如く、圧縮機28aに係合している。又運転制御器28bはガスタービン2に、運転制御器28cは発電機3に、運転制御器28dは蒸気タービン4にそれぞれ係合している。これ等の運転制御器28a等は、上記比較、判断手段105の信号により、出力負荷をダウンしたり、入力側

を絞つて回転数をダウンしたり、タービントリップ、又機器の停止等を行ない、ダイヤフラム14の異常を回避せしめるべく作用する。

なお、上記の振動振幅値の許容値については、ダイヤフラム14の疲労限度力に安全率を加味し、更に、他の軸心の変位、遠心力による応力、伸び差による応力等を考慮して決められる。

第8図は別の実施例で、検出手段103として間隙部32の圧力変動を検出する手段を採用したものである。すなわち、第6図の変位計21が設けられたほぼ同一位置に圧力センサ29が設けられ、その近傍には発信器30が設けられている。又、ダイヤフラム14が取付けられるスリーブ15の間隙部32側の端部は蓋48により閉止されると共に、蓋48にはスリーブ15の内部と間隙部32に連通するオリフィス31が形成される。

ダイヤフラム14が振動すると間隙部32の圧力が変動する。従つて、この圧力変動値を圧力センサ29により測定することにより、上記と同様にダイヤフラム14の相対振動振幅を求めること

ができる。すなわち圧力変動値の信号が発信器30から発信され、第7図および第10図に示す如く、演算手段104により相対振動振幅に変換され、以下、同様に比較、判断手段105、運転制御手段106に作用する。

オリフィス31は、間隙部32内の空気を絞りながらスリーブ31内に逃がし、上記圧力変動値をより正確に測定し得るようにするためのものである。

又、第8図に示す如く、圧力変動値は間隙部A33の圧力変動からも同様に求められる。すなわち、外周側をダイヤフラム14の外周側に接合してなるダイヤフラムカバ12の内周側を、スリーブ15の外周部に微少の空気通路34を介して近接せしめると、ダイヤフラムカバ12とダイヤフラム14との間にも間隙部A33が形成される。この間隙部A33の圧力変動値を上記と同様に検出することにより同一の効果を上げることができる。

第9図は、更に別の実施例を示すもので、検出

手段103として音の変動を検出するものである。

スリーブ15の端部を閉止する蓋48A内には音波発生器35が設けられている。この音波発生器35は間隙部32およびスリーブ15内に連通するオリフィス状の通路49および50とこれ等の通路49、50に連通する空気室51から形成され、間隙部32の圧力変動に対応して音を発生する笛の役目を有するものである。外部マイク36はダイヤフラムカップリング102の外方側に設けられ、音波発生器35の音をキャッチする。以上の音波発生器35と外部マイク36とから構成される検出手段103により、ダイヤフラム14の変位を知ることができ、上記の実施例と同様にダイヤフラム14の異常診断ができる。本実施例はテレメータ等による発信器を使用する必要がないため安価に、かつ容易に製作することができる。

以上の他、図に明示していないが検出手段103として上記の間隙部32、間隙部A33等の温度変化を検出し、ダイヤフラム14の異常を診断す

る手段も挙げられる。すなわち、ダイヤフラム 14 の変位により、その周辺の空気温度が上昇する。この温度変化を温度センサ等によつて検出することにより行われる。この場合、演算手段104は特に必要とせず、上昇温度値により運転制御手段106をただちに制御するものであつてもよい。

次に、第11図に示す如く、横軸に軸系の回転数Nをとり、縦軸に振動振幅Dをとると、振動振幅Dのヒストグラムが求められ、ダイヤフラム 14 の固有振動数に相当する回転数Nの点Pで最大振動振幅D_{max}が生じ、これを中心として回転数Nの大小側に向つて振動振幅は減少して行く。この関係を用い、第12図に示す如く、比較、判断手段105の比較器26に回転数Nごとの計面上の振動振幅値Dを入力する。すなわち、軸系の回転数Nを回転計37により計測し、この計測信号を計面振動振幅演算器38と比較器26に入力させる。計面振動振幅演算器38は第11図に基づく如き回転数Nに相当する振動振幅値Dを比較器26に入力する。比較器26では、演算器B

25から入力した振動振幅値と、その軸系回転数における計面上の振動振幅値とを比較し、その結果を判断器に入力する。

以上により、回転数に応じてカップリングの異常診断が可能となり、異常診断の精度をより向上せしめることができる。更に又、演算器B26に周波数分析機能を付加せしめ、回転数ごとに実測された振動振幅値と計面振動振幅演算器38による計面上の振動振幅値を比較器26により比較し異常診断すると共に、異常振幅の発生している回転数があれば警報を発し、運転制御手段106により軸系の運転制御を行う。これにより、異常診断の精度を更に向上することができる。

〔発明の効果〕

以上の説明によつて明らかな如く、本発明によれば、ダイヤフラムの異常を正確に診断し、この診断結果によつて軸系の運転を制御し、軸系の安全性と信頼性を向上し得ると共に、構造が簡便で安価である効果が上げられる。

図面の簡単な説明

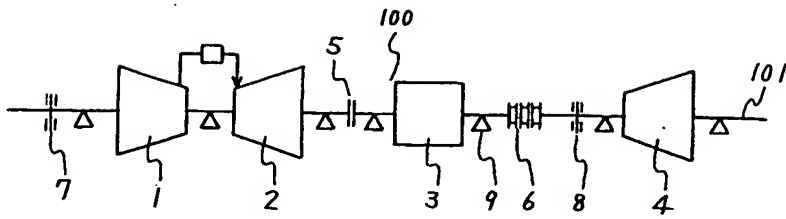
第1図は複合サイクルプラントの構成図、第2図はダイヤフラムカップリングの構成を示す断面図、第3図(a)ないし(c)はダイヤフラムカップリングの動作を示す説明図、第4図は従来技術を示す斜視図、第5図は同じく従来技術を示す断面図と構成図、第6図は本発明一実施例を示す断面図、第7図は一実施例の動作を説明するブロック線図、第8図および第9図は本発明の他の実施例を示す断面図、第10図は実施例の軸系制御を説明する構成図、第11図は軸系の回転数と振動振幅との関係を示す図、第12図は実施例の動作を説明するブロック線図である。

1…圧縮機、2…ガスタービン、3…発電機、4…蒸気タービン、6、102…ダイヤフラムカップリング、10、16…ロータ軸、12…カップリングカバ、13…ボルト、14…ダイヤフラム、15…スリーブ、21…変位計、22…発信器、23…受信器、24…演算器A、25…演算器B、26…比較器、27…判断器、28a、28b、28c、28d…運転制御器、29…圧力センサ、

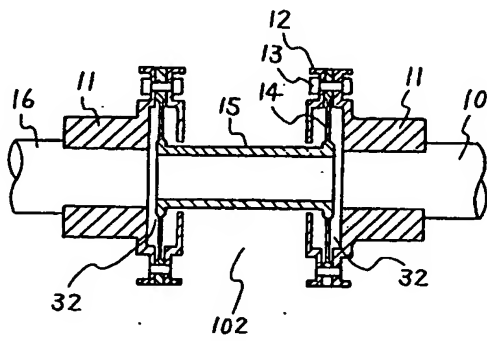
30…発信器、31…オリフィス、32…間隙部、33…間隙部A、34…空気通路、35…音波発生器、36…外部マイク、37…回転計、38…計面振動振幅演算器、48、48A…蓋、49、50…通路、51…空気室、103…検出手段、104…演算手段、105…比較、判断手段、106…運転制御手段。

代理人 弁理士 秋本正実

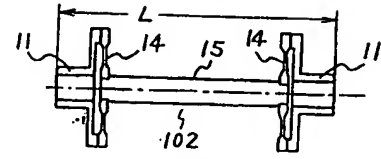
第 1 図



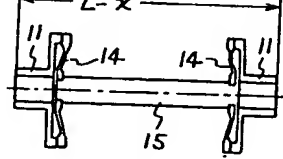
第 2 図



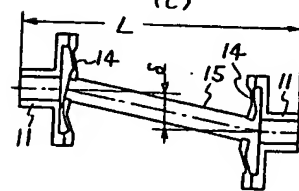
第 3 図
(a)



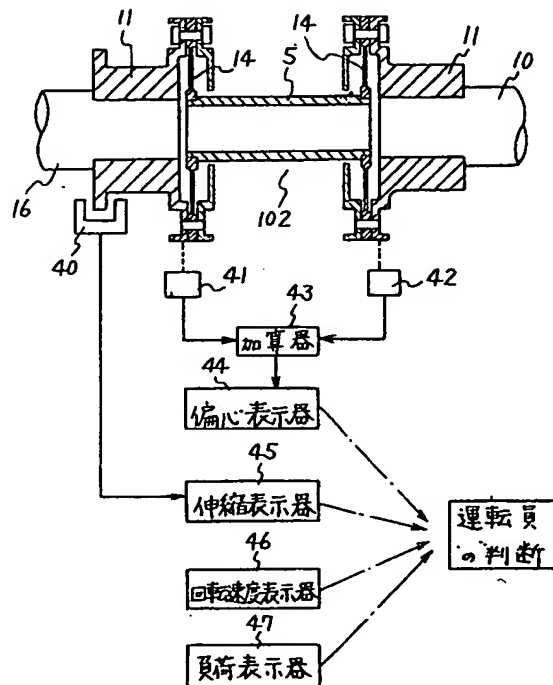
(b)



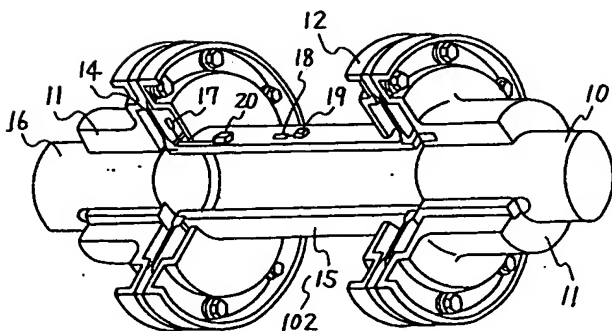
(c)



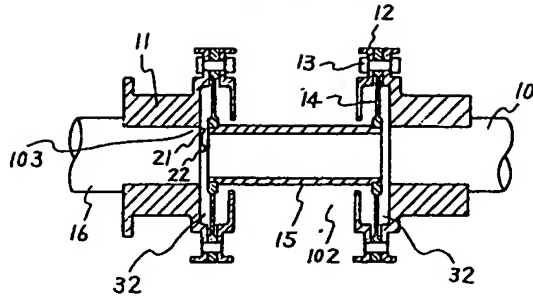
第 5 図



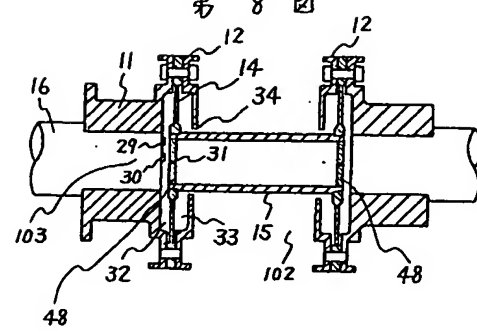
第 4 図



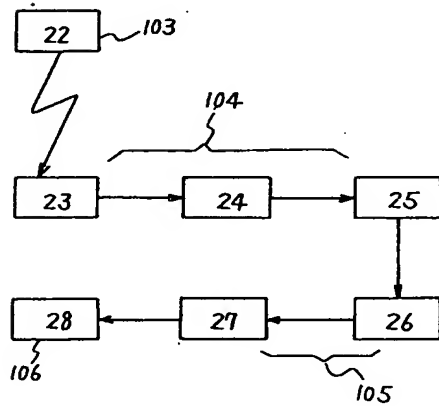
第 6 図



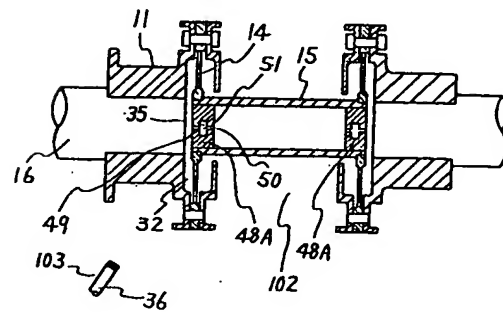
第 8 図



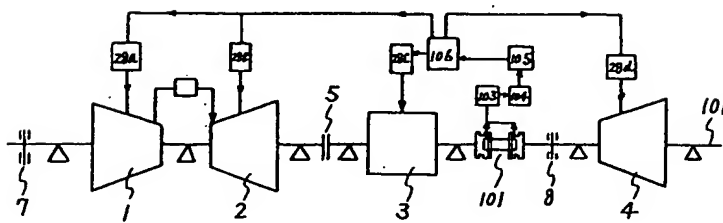
第 7 図



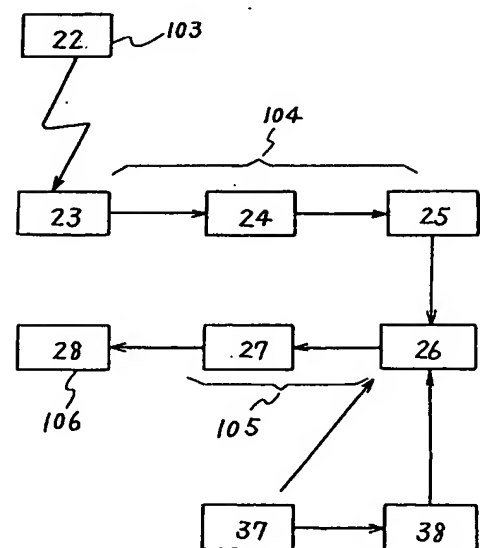
第 9 図



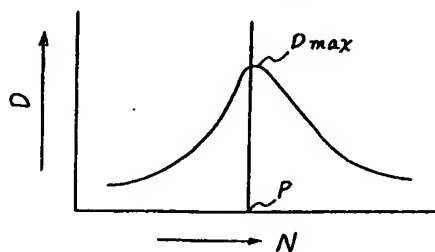
第 10 図



第 12 図



第 11 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.